

U5-01024-MN
(1)



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 7月 7日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-206495

出 願 人
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

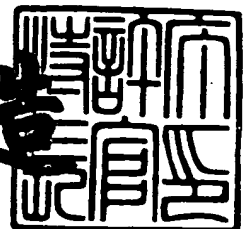
BEST AVAILABLE COPY

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 7月 4日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 2907727569

【提出日】 平成12年 7月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 3/00
H04N 5/265

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信
工業株式会社内

【氏名】 岡田 毅

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信
工業株式会社内

【氏名】 飯田 亮介

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信
工業株式会社内

【氏名】 西澤 真人

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信
工業株式会社内

【氏名】 恩田 勝政

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信
工業株式会社内

【氏名】 三輪 道雄

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像合成装置および画像合成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の撮像手段と、前記撮像手段の撮像状況を検出する撮像状況検出手段と、前記撮像手段により撮像された複数の画像を、前記検出された撮像状況を反映して投影部に投影し複数の第 1 の投影像を生成する第 1 の投影手段と、前記複数の第 1 の投影像を三次元投影モデルに投影し、第 2 の投影像を生成する第 2 の投影手段と、前記第 2 の投影像を仮想的に撮像する仮想撮像手段と、前記三次元投影モデルの位置と形状を決定する三次元投影モデル決定手段と、前記仮想撮像手段の撮像状況を決定する仮想撮像手段撮像状況決定手段とを具備し、前記第 2 の投影像を、前記仮想撮像手段撮像状況決定手段によって決定された撮像状況から前記仮想撮像手段によって撮像することにより、前記複数の撮像手段によって得られる複数の画像を合成することを特徴とする画像合成装置。

【請求項 2】 撮像状況検出手段は投影部に対する撮像手段の少なくとも位置、姿勢または撮像特性のいずれかをあらかじめ検出することを特徴とする請求項 1 記載の画像合成装置。

【請求項 3】 第 1 の投影手段は、撮像された画像と、投影部との複数の対応点の組から求められた変換行列によって、撮像された画像上の点を投影部に投影することを特徴とする請求項 1 記載の画像合成装置。

【請求項 4】 投影部は、ほぼ平面であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 に記載の画像合成装置。

【請求項 5】 三次元投影モデルは、球面であることを特徴とする請求項 1 記載の画像合成装置。

【請求項 6】 三次元投影モデルは、形状の異なる複数の面を組み合わせたものであることを特徴とする請求項 1 記載の画像合成装置。

【請求項 7】 第 2 の投影手段における三次元投影モデルは、平面と円筒を組み合わせたものであり、前記三次元投影モデルに第 2 の投影手段によって投影する際に、遠方は円筒に、それ以外は平面に投影し、前記投影像を仮想撮像手段によって撮像することを特徴とする請求項 6 記載の画像合成装置。

【請求項 8】 複数の形状の異なる面の継ぎ目は目立たないように組み合わせられていることを特徴とする請求項 6 記載の画像合成装置。

【請求項 9】 第 2 の投影手段における三次元投影モデルは、球と円筒を組み合わせたものであり、前記三次元投影モデルに第 2 の投影手段によって投影する際に、遠方は円筒に、それ以外は球に投影し、前記投影像を仮想撮像手段によって撮像することを特徴とする請求項 6 記載の画像合成装置。

【請求項 10】 三次元投影モデルは円筒、平面及び円筒と平面との境界を滑らかにつなぐ曲面の 3 種類の面を組み合わせた形状であることを特徴とする請求項 8 記載の画像合成装置。

【請求項 11】 複数の撮像手段は自動車に取り付けられており、さらに上記自動車の進行方向を検出する自動車進行方向検出手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の画像合成装置。

【請求項 12】 仮想撮像手段は、視点の位置を自動車の進行方向に平行で且つ第 2 の投影手段の投影中心を通る直線上に定めることを特徴とする請求項 11 記載の画像合成装置。

【請求項 13】 複数の撮像手段は自動車に取り付けられており、前記自動車の車体位置を検出する自動車車体位置検出手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 記載の画像合成装置。

【請求項 14】 仮想撮像手段は、視点の位置を、自動車の車体の端を平面投影した像と第 2 の投影手段の投影中心を通る平面上に定めることを特徴とする請求項 13 記載の画像合成装置。

【請求項 15】 複数の撮像手段と、前記撮像手段の撮像状況を検出する撮像状況検出手段と、前記撮像手段により撮像された複数の画像を、前記検出された撮像状況を反映して投影面に投影し複数の第 1 の投影像を生成する第 1 の投影手段と、前記複数の第 1 の投影像を球面上に投影し第 2 の投影像を生成する第 2 の投影手段と、球面上の一点を中心に平面に展開する変換手段とを備えたことを特徴とする画像合成装置。

【請求項 16】 複数の画像を撮像する撮像ステップと、前記撮像ステップの撮像状況を検出する撮像状況検出ステップと、前記撮像された複数の画像を、前

記検出された撮像状況を反映して投影部に投影し複数の第 1 の投影像を生成する第 1 の投影ステップと、前記複数の第 1 の投影像を三次元投影モデルに投影し、第 2 の投影像を生成する第 2 の投影ステップと、前記第 2 の投影像を仮想的に撮像する仮想撮像ステップと、前記三次元投影モデルの位置と形状を決定する三次元投影モデル決定ステップと、前記仮想撮像ステップの撮像状況を決定する仮想撮像ステップ撮像状況決定ステップとを具備し、前記第 2 の投影像を、前記仮想撮像ステップ撮像状況決定ステップによって決定された撮像状況から前記仮想撮像ステップによって撮像することにより、前記撮像ステップによって得られる複数の画像を合成することを特徴とする画像合成方法。

【請求項 1 7】 自動車の進行方向を検出する自動車進行方向検出手段からの信号情報を仮想撮像手段撮像状況決定手段に伝送するステップを備えたことを特徴とする請求項 1 5 記載の画像合成方法。

【請求項 1 8】 自動車の車体位置を検出する自動車車体位置検出手段からの信号情報を仮想撮像手段撮像状況決定手段に伝送するステップを備えたことを特徴とする請求項 1 5 記載の画像合成方法。

【請求項 1 9】 複数の画像を撮像する撮像ステップと、前記撮像ステップの撮像状況を検出する撮像状況検出ステップと、前記撮像された複数の画像を、前記検出された撮像状況を反映して投影部に投影し複数の第 1 の投影像を生成する第 1 の投影ステップと、前記複数の第 1 の投影像を球面に投影し、第 2 の投影像を生成する第 2 の投影ステップと、前記第 2 の投影像を前記球面上の一点を中心に平面に展開する平面展開ステップと、前記球面の位置を決定する球面位置決定ステップとを具備し、前記平面展開ステップによって得られる複数の画像を合成することを特徴とする画像合成方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は画像合成装置および画像合成方法に関するものである。自動車に搭載された複数の撮像装置の撮像によって得られた画像を変換して合成し、自動車の周囲の画像を運転者に示し、駐車時などの運転者の運転を支援する画像合成装置

および画像合成方法としては、特に適している。

【0002】

【従来の技術】

従来、この種の画像合成装置では、画像合成によって複数の画像をパノラマ画像等の広い視野の画像を合成する場合、各画像をそれぞれの撮像装置から共通の円筒に代表される曲面に投影し、それを仮想的な撮像装置によって撮像することで、パノラマ画像等を合成していた。この従来の手順を図11及び図12を用いて簡単に説明する。

【0003】

図12は自動車53に取り付けられた2台の撮像装置1aと撮像装置1bが、像47を撮像して得られたそれぞれの画像48と49を円筒面に投影してパノラマ画像を合成する手順を示す。図11(a)は撮像装置1aによって撮像された画像8と、撮像装置1bによって撮像された画像9から円筒面42に投影する手順を三次元的に示す。画像8上の点15は円筒面上の点43に投影され、仮想撮像手段7によって合成画像面14上の点45に投影される。画像9上の点16は円筒面上の点44に投影され、仮想画像手段7によって合成画像面14上の点46に投影される。図11(b)は図11(a)を円筒面42の軸に垂直な平面10aに投影し、三次元的表示した図である。前記手順で示した手法により、画像8と画像9上の各点を写像変換させ、パノラマ画像50を合成形成していた。上記従来技術内容の例としては、特開平5-14751号公報に開示されている技術が知られている。他に、三次元的に平面に投影する技術として、特開平6-20189号公報および特開2000-134537号公報に開示されている技術が知られている。また、球面に投影する技術として、特開平9-322040号公報に開示されている技術も知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、このような従来の画像合成の手法では、投影中心が異なる位置に取り付けられた複数の撮像装置から得られた複数の画像を一枚の画像に合成しようとするため、図12の合成パノラマ画像50に示される不連続点51a、51b、

5 1 c を生じ、異なる画像間の継ぎ目で像を一致させることが困難になるという問題があった。また、円筒に投影した場合、撮像装置の近傍と遠方では、画像の歪み方が大きく異なるため、運転者にとって距離感をつかむのが困難になるという問題のほか、図 1 2 のパノラマ画像面上の近傍部画像 5 2 に示されるように、自動車のバンパやフェンダ等の車体端分で画像が大きく歪み、この大きな画像歪みのため、駐車支援等の自動車安全運転アシストへの適用が難しくなるといった問題もあった。

【 0 0 0 5 】

本発明はこのような問題を解決するためになされたもので、周囲の状況と自動車との位置関係が理解しやすいように複数の異なる視点から撮像された画像を継ぎ目が目立たず、違和感のない自然な一枚の画像に合成する画像合成装置および画像合成方法を提供するものである。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明の画像合成装置は、複数の撮像手段と、前記撮像手段の撮像状況を検出する撮像状況検出手段と、前記撮像手段により撮像された複数の画像を、前記検出された撮像状況を反映して投影部に投影し複数の第 1 の投影像を生成する第 1 の投影手段と、前記複数の第 1 の投影像を三次元投影モデルに投影し、第 2 の投影像を生成する第 2 の投影手段と、前記第 2 の投影像を仮想的に撮像する仮想撮像手段と、前記三次元投影モデルの位置と形状を決定する三次元投影モデル決定手段と、前記仮想撮像手段の撮像状況を決定する仮想撮像手段撮像状況決定手段とを具備し、前記第 2 の投影像を、前記仮想撮像手段撮像状況決定手段によって決定された撮像状況から前記仮想撮像手段によって撮像することにより、前記複数の撮像手段によって得られる複数の画像を合成する構成を有している。この構成により、前記第 1 の投影手段において投影部を道路面に設定することで、位置の異なる複数の撮像手段から得られた画像を合成した場合でも、道路面上の白線などが異なる画像間の継ぎ目で完全に一致するという効果があり、道路面の状況が運転者にとって理解しやすいという特徴がある。この場合、一般に道路面の平面上の物体以外、すなわち道路面上の立体物などは異なる画像間の継ぎ目で一致

しないが、異なる撮像手段の位置間の距離に対して十分遠い位置にある立体物は継ぎ目の部分でもほぼ一致する。従って、合成された画像は違和感のない自然な画像とすることができる。

【 0 0 0 7 】

また、本発明の画像合成装置は、撮像状況検出手段は投影部に対する撮像手段の少なくとも位置、姿勢または撮像特性のいずれかをあらかじめ検出する構成を有している。この構成により、撮像手段で撮像した画像と動路面への平面投影を容易に一致させることができる。

【 0 0 0 8 】

また、本発明の画像合成装置は、第 1 の投影手段が、投影部と画像との複数の対応点の組から求められた変換行列によって画像上の点を投影部に投影する構成を有している。この構成により、撮像手段で撮像した画像から道路面への投影が可能になる。

【 0 0 0 9 】

また、本発明の画像合成装置は、三次元投影モデルが、球面である構成を有している。この構成により、広い視野の画像を合成する際に、全体が大きく歪まないような画像を得ることが出来る。三次元投影モデルに球を用いて魚眼レンズで撮像したような画像を生成することが可能となり、画像全体に一樣な歪み方であるものの、周辺にどのような物体があるのかを運転者が認識しやすくなることになる。

【 0 0 1 0 】

また、本発明の画像合成装置は三次元投影モデルが、形状の異なる複数の面を組み合わせたものである構成を有している。この構成により、撮像対象にできるだけ近いモデルに投影して質のよい合成画像を得ることが可能になる。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の画像合成装置は第 2 の投影手段における三次元投影モデルは、平面と円筒を組み合わせたものであり、前記三次元投影モデルに第 2 の投影手段によって投影する際に、遠方は円筒に、それ以外は平面に投影し、前記投影像を仮想撮像手段によって撮像する構成を有している。この構成により、自動車の近

傍を平面に投影することで、道路面上の白線などの直線が合成画像上でも継ぎ目部分が折れ線状にならないで滑らかに投影されるという特徴と、遠方は円筒面に投影されるので、画像が大きく歪まないという特徴を同時に持つ。駐車場などで白線に合わせて駐車することが容易にでき、且つ周囲の広範囲の状況も理解しやすいこととなる。また三次元投影モデルとして円筒面を単独に用いた場合、撮像手段に近い領域が合成画像上で大きくなってしまい結果的に遠近感が得にくいという欠点が残るが、近傍を平面に投影することによってこの問題点を解決することが可能になる。

【 0 0 1 2 】

また、本発明の画像合成装置は、複数の形状の異なる面の継ぎ目が目立たないように組み合わせられている構成を有している。この構成により、道路面の直線などが合成画像上で折れ曲がって合成されるといったことが起こらず、全体的に違和感のない自然な画像を得ることが可能になる。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の画像合成装置は、第2の投影手段における三次元投影モデルが、円筒と球あるいは楕円球を継ぎ目が滑らかになるように組み合わせ、この三次元投影モデルに前記第2の投影手段によって投影された像を仮想的撮像手段によって撮像する際に、仮想的な撮像手段からみて遠方を円筒に、それ以外を球あるいは楕円球に投影する構成を有している。この構成により、自動車の近傍を球または楕円球、遠方を円筒に投影することで、円筒だけに投影する場合と比較して、近傍部分の画像の歪みが軽減され、距離感がつかみやすいという特徴を持つ。球面の中心は円筒面の軸上にとり、また球面と円筒面の半径を等しくすることで球面と円筒面との境界が滑らかにつながる。また平面と円筒を組み合わせ、その境界を滑らかにつないだ次の請求項10の発明と比べて、近傍部分の歪みがより滑らかになるため、違和感の非常に少ない画像を合成することができる。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の画像合成装置は三次元投影モデルは円筒、平面及び円筒と平面との境界を滑らかにつなぐ曲面の3種類の面を組み合わせた形状である構成を有している。この構成により、遠景を撮像した画像同士を合成する場合、遠景は垂

直に立った円筒に描かれた像と考えることができるのに対し、撮像手段の真下にある物体を円筒面に投影する場合は非常に歪んだ像になるという問題を、遠方を円筒に、円筒と平面との境界を滑らかにつなぐ曲面で中間を、それ以外を平面に投影する構成により避けるものである。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の画像合成装置は、複数の撮像手段が自動車に取り付けられており、さらに上記自動車の進行方向を検出する自動車進行方向検出手段を備えた構成を有している。この構成により、視点の位置を、自動車進行方向検出部によって得られた自動車の進行方向と平行で、同時に三次元投影モデル投影部の投影中心を通る直線上に設定して、特定の条件を満たす直線を合成画像上でも直線として表示することができる。

【 0 0 1 6 】

また、本発明の画像合成装置は仮想撮像手段は、視点の位置を自動車の進行方向に平行で且つ第2の投影手段の投影中心を通る直線上に定める構成を有している。この構成により、自動車の進行方向と平行な直線は合成画像上でも直線に投影されるという特徴を持つ。従って自動車が直進運動をしている時、自動車の周囲の静止物体は自動車から見て相対的に自動車の進行方向と平行に直線運動を行うので、合成画像上で静止物体は直線上を移動し、運転者にとって状況を判断しやすい画像を得ることができる。

【 0 0 1 7 】

また、本発明の画像合成装置は、複数の撮像手段が自動車に取り付けられており、前記自動車の車体位置を検出する自動車車体位置検出手段をさらに備えた構成を有している。この構成により、仮想撮像手段の視点を像と投影中心を通る平面上に設定して、特定の条件を満たす直線を合成画像上でも直線として表示することができる。

【 0 0 1 8 】

また、本発明の画像合成装置は仮想撮像手段は、視点の位置を、自動車の車体の端を平面投影した像と第2の投影手段の投影中心を通る平面上に定める構成を有している。この構成により、自動車の車体端が合成画像上でも直線に投影され

るという特徴を有することとなる。

【 0 0 1 9 】

また、本発明の画像合成装置は、複数の撮像手段と、前記撮像手段の撮像状況を検出する撮像状況検出手段と、前記撮像手段により撮像された複数の画像を、前記検出された撮像状況を反映して平面に投影し複数の第1の投影像を生成する第1の投影手段と、前記複数の第1の投影像を球面上に投影し第2の投影像を生成する第2の投影手段と、球面上の一点を中心に平面に展開する変換手段とを備えた構成を有している。この構成により、球面の位置を変えても平面に展開する時の中心の点を調節することで特定の直線を合成画像上でも直線として投影することができる。

【 0 0 2 0 】

また、本発明の画像合成方法は、複数の画像を撮像する撮像ステップと、前記撮像ステップの撮像状況を検出する撮像状況検出ステップと、前記撮像された複数の画像を、前記検出された撮像状況を反映して投影部に投影し複数の第1の投影像を生成する第1の投影ステップと、前記複数の第1の投影像を三次元投影モデルに投影し、第2の投影像を生成する第2の投影ステップと、前記第2の投影像を仮想的に撮像する仮想撮像ステップと、前記三次元投影モデルの位置と形状を決定する三次元投影モデル決定ステップと、前記仮想撮像ステップの撮像状況を決定する仮想撮像ステップ撮像状況決定ステップとを具備し、前記第2の投影像を、前記仮想撮像ステップ撮像状況決定ステップによって決定された撮像状況から前記仮想撮像ステップによって撮像することにより、前記撮像ステップによって得られる複数の画像を合成する構成を有している。この構成により、合成部で継ぎ目の目立たない違和感の無い自然な画像を合成し、同時に、三次元投影モデルを円筒と球などを組み合わせて構成し、合成画像の歪みを軽減することが可能となる。

【 0 0 2 1 】

また、本発明の画像合成方法は、複数の画像を撮像する撮像ステップと、前記撮像ステップの撮像状況を検出する撮像状況検出ステップと、前記撮像された複数の画像を、前記検出された撮像状況を反映して投影部に投影し複数の第1の投

影像を生成する第 1 の投影ステップと、前記複数の第 1 の投影像を球面投影部に投影し、第 2 の投影像を生成する第 2 の投影ステップと、前記第 2 の投影像を球面展開するステップと、前記球面の位置と形状を決定する球面位置決定ステップとを具備し、前記第 2 の投影像を、球面展開ステップによって展開することにより得られる複数の画像を合成する構成を有している。この構成により、特定の条件を満たす直線が合成画像上でも折れ目や断続のない直線として得られ、違和感のない自然な画像として認識できるプロセスを実現できることとなる。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて詳しく説明する。

【 0 0 2 3 】

なお、この発明の実施の形態では、2 個の撮像手段から得られた画像を一枚の画像に合成する手順を説明するが、撮像手段が 3 個以上の場合も同じ手順を繰り返すことにより、多数の撮像手段から得られた画像を一枚の画像に合成することが可能であることは言うまでもない。

【 0 0 2 4 】

(実施の形態 1)

図 1 は本発明の実施の形態 1 における画像合成装置の構成を示すブロック図である。図 1 に示す画像合成手段は、自動車に搭載される撮像手段と撮像手段撮像状況検出部 2 と平面投影部 3 と三次元投影モデル決定部 4 と三次元投影モデル投影部 5 と仮想撮像手段撮像状況決定部 6 と仮想的撮像手段 7 とから構成されている。また撮像手段は撮像手段 1 a と撮像手段 1 b の 2 台の撮像手段によって構成されている。

【 0 0 2 5 】

この実施の形態 1 において、平面投影部 3 で用いる投影部は自動車の置かれている面、すなわち道路面とする。道路面は厳密には完全な平面ではないが、ほぼ平面を成していると考えることができる。また、第 2 の投影手段で用いる三次元投影モデルは道路面に垂直な円筒面と球面を滑らかに組み合わせた曲面とし、投影中心はその円筒面の軸上の点とする。

【 0 0 2 6 】

まず撮像手段撮像状況検出部 2 では、道路面上の位置が判っている複数の点と撮像手段 1 a あるいは 1 b によって得られた画像上の複数の点との対応をそれぞれ取ることで、撮像手段の撮像状況をそれぞれ検出する。撮像状況とは、

- (1) 撮像手段が道路面に対してどの場所に取り付けられているか、
- (2) 撮像手段が道路面に対してどのような方向に向けて設置されているか、
- (3) 撮像手段の画角、焦点距離、レンズの歪みなどの種々の撮像特性を表す値

などのパラメータのことであり、これらが検出された場合、撮像手段からの相対位置と形状が既知である物体はこの撮像手段によって画像上でどのように撮像されているかを理論的に数値計算して求めることができる。実際には、格子上の物体を撮像して、三次元空間における座標と、投影された画像座標の各数値を計算機に取り込んでパラメータの推定値を求めるか、撮像手段の取り付け状態を示す位置や角度を、撮像手段を加動させてセンサーで検出して、このデータを計算機に取り込みパラメータを機械的に求めている。

【 0 0 2 7 】

また、撮像手段撮像状況検出部 2 では、前記パラメータを求める方法とは別に、画像から道路面への変換行列を求めることでも撮像手段の撮像状況をそれぞれ検出できる。前記変換行列も道路面上の位置が既知の複数の点と画像上の複数の点との対応をそれぞれ取ることで求めることができる。変換行列によって画像から道路面への平面投影が可能となる。

【 0 0 2 8 】

次に各投影部の処理について図 2 及び図 3 (a) を用いて説明する。図 2 は本発明の実施の形態 1 における画像合成装置の処理の流れを示すフローチャートであり、図 3 (a) は実施の形態 1 における 2 個からなる撮像手段 1 a および 1 b で撮像した画像を投影して合成画像を形成するプロセスの原理を示している。

【 0 0 2 9 】

図 2 の STEP 2 までの流れは、撮像手段撮像状況検出部 2 で得られた撮像状況を用いて、図 2 の STEP 1 における撮像手段 1 a および 1 b によって撮像された

画像をそれぞれの撮像状況に従って平面投影部 3 が投影部（道路面）に投影するプロセスを示している。図 3（a）に三次元的に示しているように、前記投影は撮像手段 1 a で撮像された画像 8 上の点 1 5 及び撮像手段 1 b で撮像された画像 9 上の点 1 6 から点 1 7 への変換である。この段階で、画像 8 および画像 9 上に撮像されている道路面上の像が正確に重なるように変換されている。すなわち道路面上の白線などの表示がきちんと重なり、2 重に投影されることがない。この平面投影部 3 により、画像 8 上の点 1 5 と画像 9 上の点 1 6 の座標から道路面上の点 1 7 の座標への変換が行われる。

【0030】

図 2 の STEP 3 までの流れは、平面投影部 3 によって道路面に投影された像を三次元投影モデル投影部 5 が三次元投影モデルに投影するプロセスを示している。三次元投影モデルへの投影とは、道路面上の点 1 7 が点 1 7 と三次元投影モデルの投影中心 1 2 を結ぶ直線と三次元投影モデル 1 1 の面との交点 1 8 に投影されることをいう。

【0031】

図 2 の STEP 4 までの流れは仮想撮像手段撮像状況決定部 6 によって決定された撮像状況にしたがって仮想撮像手段 7 によって三次元投影モデル投影部 5 の三次元投影モデル 1 1 上に描かれた像を撮像するプロセスを示している。この撮像は図 3（a）において三次元的に示しているように、点 1 8 と仮想撮像手段の視点 1 3 とを結ぶ直線と合成画像面 1 4 との交点 1 9 への変換である。この仮想撮像手段 7 によって撮像された画像が合成画像である。

【0032】

このようにして、図 1 2 の像 4 7 に示されるような条件で得られた画像を合成すると、図 3（b）に示すパノラマ画像が得られる。路面上の直線などは継ぎ目部 2 0 に示されるように滑らかにつながる。また、カメラから十分離れた立体物も遠方継ぎ目部 2 1 のように接続部分が目立たなくなる。

【0033】

また、三次元投影モデル 1 1 または投影中心 1 2 の位置を路面に垂直な方向に動かすと、円筒面上に投影される領域と球面上に投影される領域の範囲を変える

ことが出来る。例えば、図 4 (a) に示すように三次元投影モデル 1 1 の円筒面と球面の境界と、投影中心 1 2 を同じ高さに設定すると、投影中心 1 2 より低い位置にある像は球面上、それ以外は円筒面上に投影される。また、図 4 (b) に示すように投影中心 1 2 はそのまま、三次元投影モデル 1 1 の位置を図 4 (a) より低い位置に設定すると、球面上に投影される領域は投影中心 1 2 の近傍だけになり、逆に円筒面上に投影される領域は大きくなる。このようにして、運転者の用途に適した画像を合成することができる。

【 0 0 3 4 】

(実施の形態 2)

図 5 は本発明の実施の形態 2 における画像合成装置の構成を示すブロック図である。なお図 5 において、図 1 に示す機能部と同じ機能部には同じ符号を付して詳細な説明を省略する。図 5 に示す画像合成装置は、自動車の進行方向を検出する自動車進行方向検出部 2 2 が追加されていることが図 1 とは異なる。

【 0 0 3 5 】

実施の形態 2 においても実施の形態 1 と同様に、平面投影部 3 で用いる投影部は道路面とし、第 2 の投影手段で用いる三次元投影モデルは道路面に垂直な円筒面と球面を滑らかに接続させた曲面、投影中心は円筒の軸上の点とする。

【 0 0 3 6 】

図 6 (a) は本発明の実施の形態 2 において、自動車が直進運動している場合の、仮想撮像手段 7 によって合成画像が形成される構成を三次元的に示している。なお、図 6 (a) には、図 2 の STEP 2 までの、撮像手段 1 a および 1 b によって撮像された画像をそれぞれの撮像状況に従って平面投影部 3 が道路面に投影するプロセスが省略された構成になっている。

【 0 0 3 7 】

仮想撮像手段 7 によって撮像する際、仮想撮像手段 7 の視点 1 3 の位置を、自動車進行方向検出部 2 2 によって得られた自動車の進行方向と平行で、同時に三次元投影モデル投影部 5 の投影中心を通る直線上に設定する。この時、自動車の進行方向と平行な直線は合成画像上でも直線となり、と同時に前記合成画像上の直線は一点で交わり、また、自動車が直進運動をしている場合、自動車の周囲に

存在する静止物体は自動車から見て相対的に自動車の進行方向と平行な直線運動を行うため、これらの物体は合成画像上でも直線運動を行う。

【 0 0 3 8 】

この原理を図 6 (a) の仮想撮像手段 7 と三次元投影モデル 1 1 との幾何学的関係を用いて説明する。三次元投影モデルの投影中心 1 2 と仮想撮像手段の視点 1 3 を結ぶ線分 2 3 は自動車進行方向 2 4 と平行である。この時、道路面に描かれた自動車の進行方向に対して平行な線 2 5 と、線分 2 3 は同一平面 2 6 上に存在する。次に、前記の平行な線 2 5 を三次元投影モデル 1 1 に投影した像 2 7 は、三次元投影モデル 1 1 と平面 2 6 との交線となっており、さらに、前記の像 2 7 を仮想撮像手段 7 によって撮像した像 2 8 は合成画像面 1 4 と平面 2 6 との交線上に存在することになる。像 2 8 は平面と平面の交線であるから直線であり、前記直線は線分 2 3 と合成画像面 1 4 の交点 2 9 を通過する。

【 0 0 3 9 】

上記説明は、道路面上に限らず、線分 2 3 と同一平面上に存在する任意の直線の場合についても同様に証明でき、これらの像の延長は全て点 2 9 で交わる。

【 0 0 4 0 】

自動車が直進運動している時、自動車の周囲に存在する静止物体は自動車から見て相対的に線分 2 3 と平行な直線上を移動する。従って、図 6 (b) のパノラマ合成画像に示したように静止物体の像 3 0 は一点 2 9 に向かって直線運動を行う。

【 0 0 4 1 】

(実施の形態 3)

図 7 は本発明の実施の形態 3 における画像合成装置の構成を示すブロック図である。なお図 7 においても、図 1 に示す機能部と同じ機能部には同じ符号を付して詳細な説明を省略する。図 7 に示す画像合成装置は、自動車の車体位置を検出する自動車車体位置検出部 3 1 が追加されていることが図 1 とは異なる。

【 0 0 4 2 】

実施の形態 3 においても実施の形態 1 と同様に、平面投影部 3 で用いる投影部は道路面とし、第 2 の投影手段で用いる三次元投影モデルは道路面に垂直な円筒

面と球面を滑らかに接続させた曲面、投影中心は円筒の軸上の点とする。

【0043】

図8（a）は実施の形態3において、撮像手段1aによって撮像された車体端32Lを自動車53に自動車車体位置検出部を取り付けて検出した車体位置を用いて道路面上に投影して得られる投影車体端32を得るためのプロセスの概略を示している。図8（b）はやはり本発明の実施の形態3において、自動車車体位置検出部を取り付けた場合、取得した車体位置を用いて道路面上に車体端32Lを投影して得られる投影車体端32を仮想撮像手段7によって合成画像に形成するための構成を三次元的に示している。なお、図8（b）の場合も実施の形態2における図6（a）の場合と同様に、図2のSTEP 2までの、撮像手段1aおよび1bによって撮像された画像をそれぞれの撮像状況に従って平面投影部3が道路面に投影するプロセスが省略された構成になっている。

【0044】

仮想撮像手段の視点13の位置は以下の手順で決定される。ここでは自動車53の車体端32Lを直線と仮定すれば、車体端を平面投影した像32も直線となる。仮想撮像手段の視点13を像32と投影中心12を通る平面33上に設定する。この時、像32を三次元モデルに投影した像34はやはり平面33上に存在し、34の合成画像上での像35も平面33上に存在する。従って像35は平面33と合成画像面14との交線上に存在し、像35は直線となる。従って合成された画像は図8（c）のパノラマ画像に示したように合成画像上では車体端36のように折れ目や断続のない直線になる。

【0045】

（実施の形態4）

図9は本発明の実施の形態4における画像合成装置の構成を示すブロック図である。

【0046】

なお図9においても、図1に示す機能部と同じ機能部には同じ符号を付して詳細な説明を省略する。図9に示す画像合成装置は、図1の三次元投影モデル投影部5で用いる三次元投影モデルを球面としてその球面の位置を決定する球面位置

決定部 37 を備えている。また、図 1 の仮想撮像手段 7 の代わりに球面展開部 38 を用いて画像を合成する。

【0047】

実施の形態 4 における画像合成の手順を図 10 を用いて説明する。図 10 (a) は球面モデルに投影した後、その球面を平面に展開する手法の手順を幾何学的に三次元表示したものである。実施の形態 1 と同様に撮像手段によって撮像された画像を道路面 10 に平面投影し、その像を図 10 (a) のように球面に投影する。この時の投影中心 39 は球面の中心とする。このように球面に投影された像 38 を球面上の点 40 を中心に展開する。この操作によって、像 38 は点 41 に変換される。図 10 (b) は図 10 (a) における球面と合成画像 14 を、点 38、39、40、41 の 4 点を通る平面で切断した断面図である。前記断面図に示されるように球面展開部では、点 40 から点 38 までの円弧の長さと点 40 から点 41 までの直線の長さとが等しくなるように展開する。このようにして合成画像面 14 上に展開された像を合成画像とする。

【0048】

点 39 と点 40 を結ぶ直線 42 と同一平面上にある直線はこの変換によって合成画像上でも直線になる。従って、直線 42 が自動車の進行方向と平行になるように点 39 と点 40 を設定した場合、球面の位置によらず自動車の進行方向に平行な直線は合成画像上でも直線になり、実施の形態 2 と同様の効果が得られる。また、道路面 10 上に投影された車体端と直線 42 が同一平面上に存在するように点 39 と点 40 を選ぶと、合成画像上では車体端も直線として投影され、実施の形態 3 と同様の効果が得られる。

【0049】

【発明の効果】

以上説明したように本発明は、画像合成方法として複数の異なる位置に置かれた撮像手段から撮像された画像を一度道路面などの投影部に投影してから球面などの三次元曲面に投影することによって、継ぎ目の目立たない画像を合成することが可能になる。また三次元投影モデルを円筒と球などを組み合わせて作ることで、合成画像の歪みを軽減させることが可能となり、運転者にとって距離感

などの感覚が自然に把握しやすい画像を合成することが可能である。さらに、仮想撮像手段の視点の位置、三次元投影モデルの位置を調整することによって、特定の条件を満たす直線を合成画像上でも直線として表示することが可能となり、自動車の幅寄せ等に便利である。また、三次元投影モデルを球面として投影された像を平面状に展開することにより、合成画像上の点の画像中心からの距離と画角が比例するという効果が得られ、この場合球の位置などを調整することで特定の条件を満たす直線が合成画像上でも折れ目や断続のない直線として得られ、違和感のない自然な画像として認識できるというすぐれた効果を有する画像合成装置および画像合成方法を提供することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 における画像合成装置の構成を示すブロック図

【図 2】

実施の形態 1 の処理の流れを説明する図

【図 3】

実施の形態 1 において、合成画像を完成させるまでの投影のプロセスの原理図

【図 4】

実施の形態 1 において、円筒面と球面を組み合わせた三次元投影モデルの位置を変えることによって、円筒面に投影される領域と球面に投影される領域が変化することを説明する図

【図 5】

本発明の実施の形態 2 における画像合成装置の構成を示すブロック図

【図 6】

実施の形態 2 において、仮想撮像手段の視点の位置と画像の変化について説明する図

【図 7】

本発明の実施の形態 3 における画像合成装置の構成を示すブロック図

【図 8】

実施の形態 3 において、車体端が合成画像上で直線になるための仮想撮像手段

の視点の位置を説明する図

【図 9】

本発明の実施の形態 4 における画像合成装置の構成を示すブロック図

【図 1 0】

実施の形態 4 における合成画像を得るまでの手順を表す原理図

【図 1 1】

従来の画像合成方法を説明する図

【図 1 2】

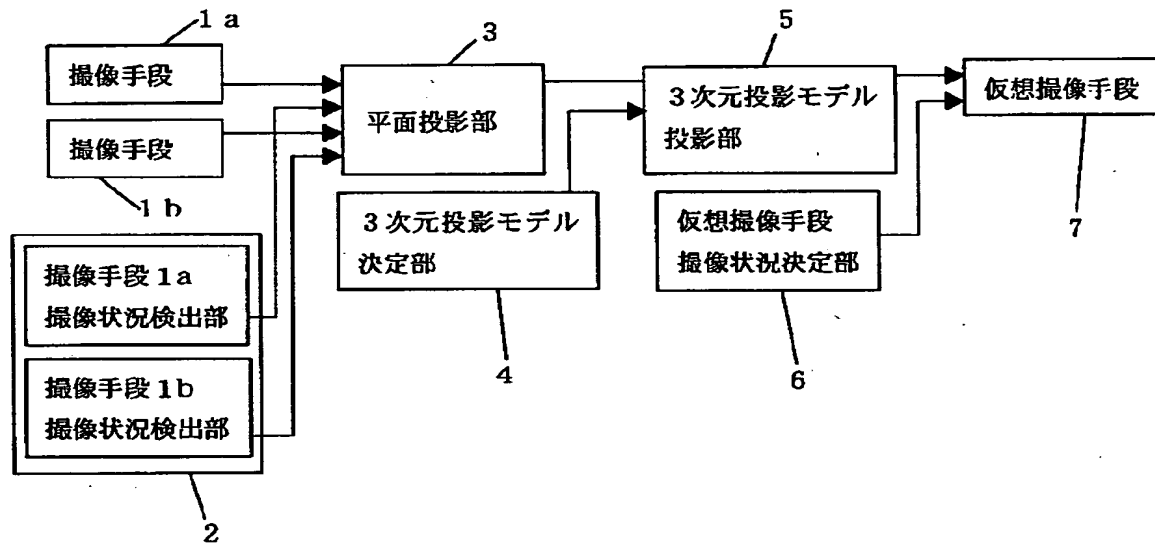
従来の画像合成装置を説明する図

【符号の説明】

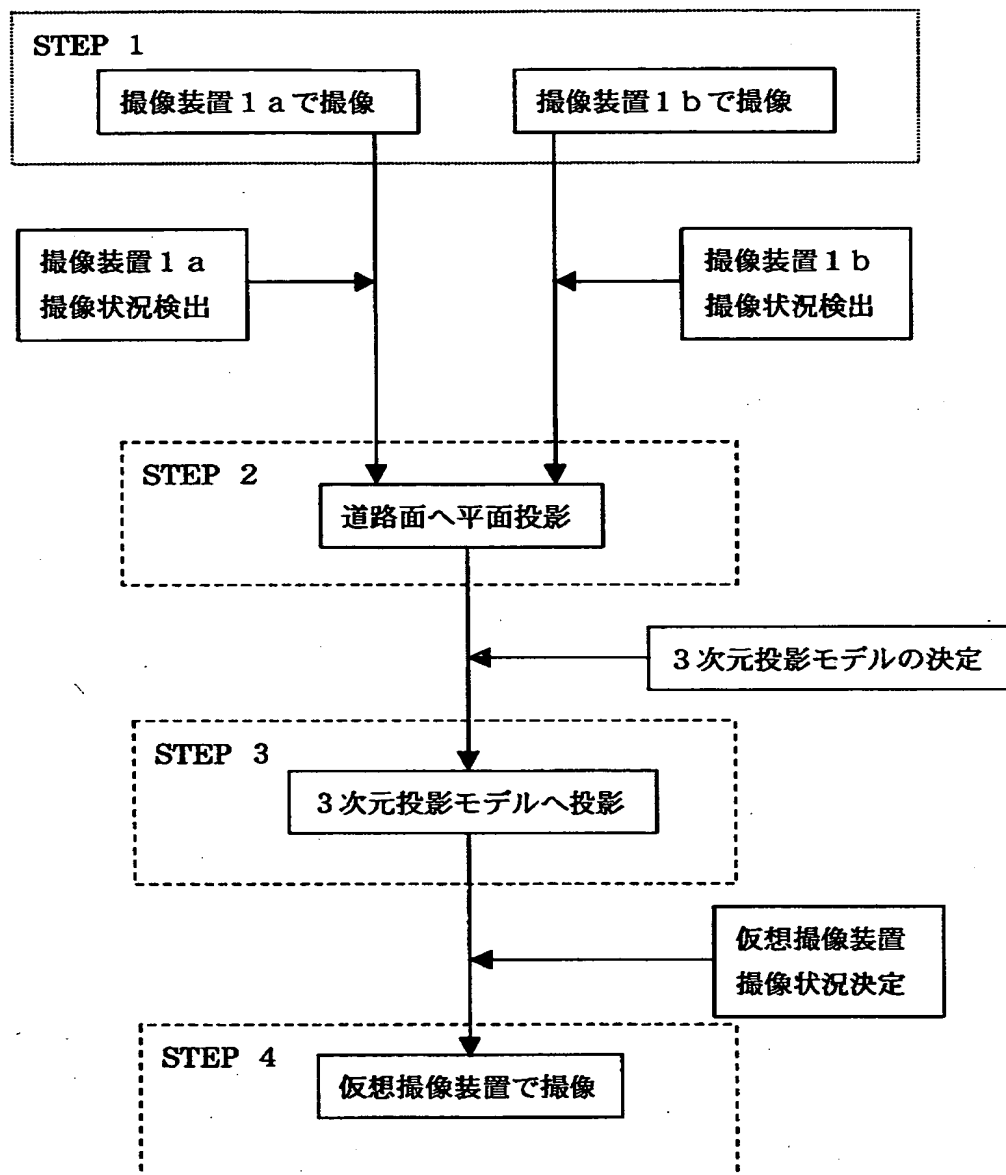
- 1 a, 1 b 撮像手段
- 2 撮像手段撮像状況検出部
- 3 平面投影部
- 4 三次元投影モデル決定部
- 5 三次元投影モデル投影部
- 6 仮想撮像手段撮像状況決定部
- 7 仮想撮像手段
- 8 撮像手段 1 a によって撮像された画像
- 9 撮像手段 1 b によって撮像された画像
- 1 0 道路面
- 1 0 a 円筒面の軸に垂直な平面
- 1 1 三次元投影モデル
- 1 2 三次元投影モデル 1 1 の投影中心
- 1 3 仮想撮像手段の視点
- 1 4 合成画像面
- 2 2 自動車進行方向検出部
- 3 1 自動車車体位置検出部
- 5 2 車体の近傍での画像の歪み
- 5 3 自動車

【書類名】 図面

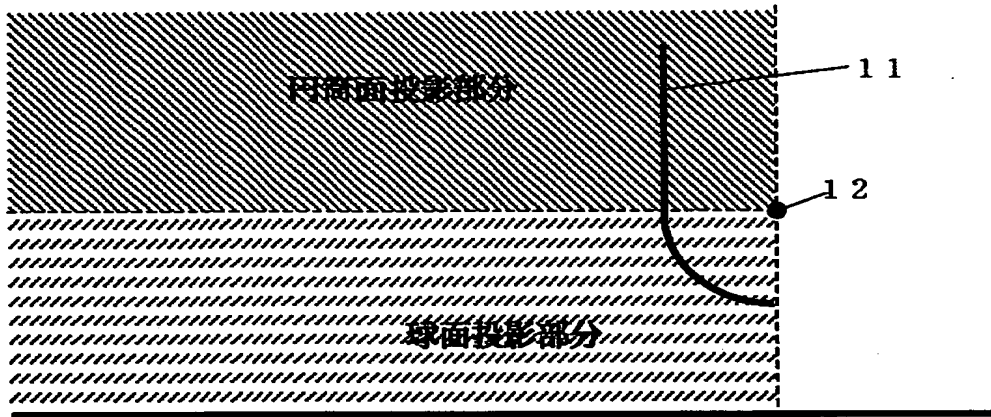
【図1】



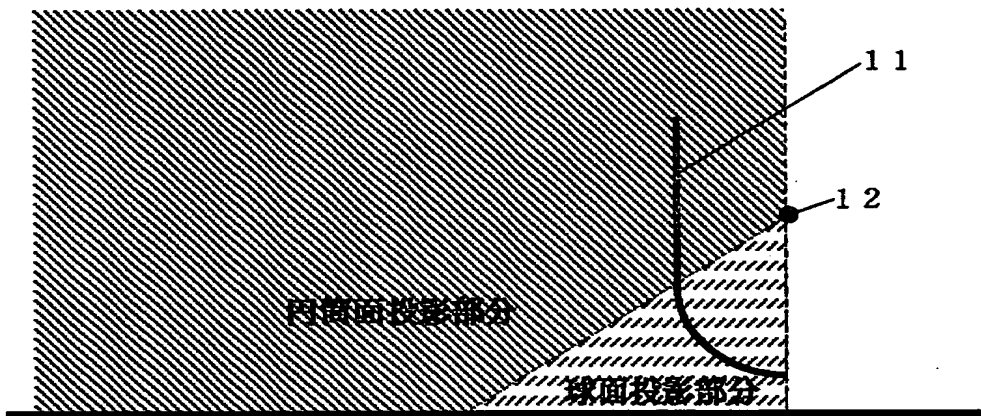
【図 2】



【図4】

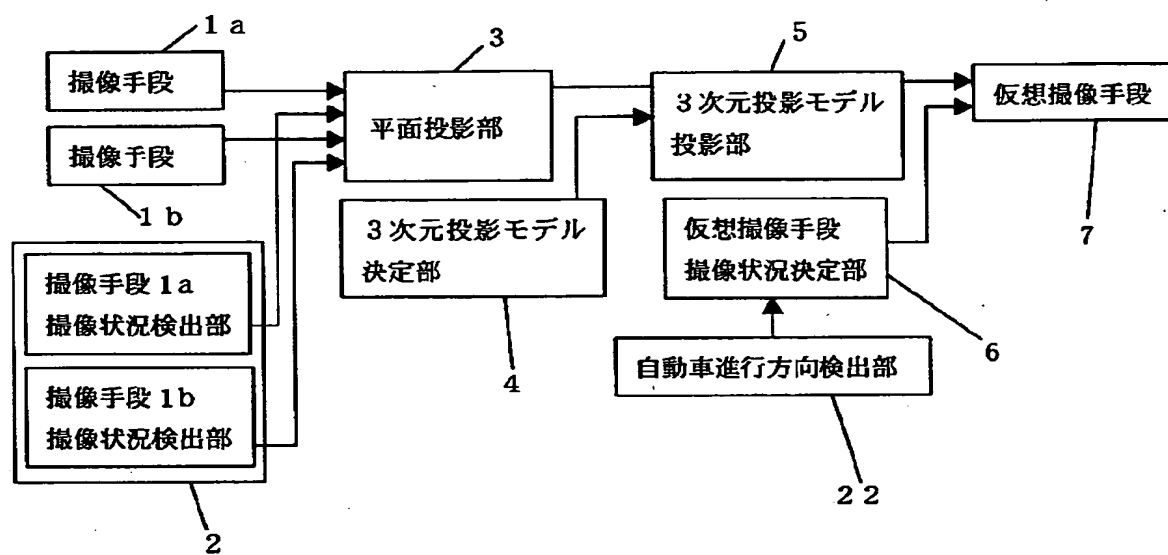


(a)

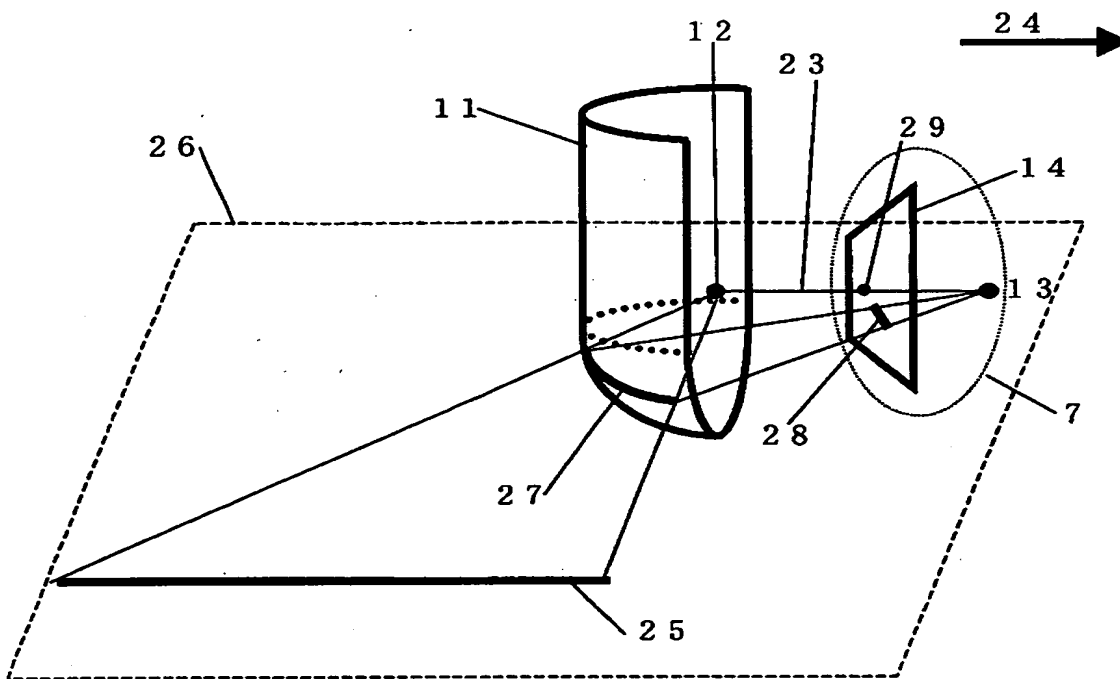


(b)

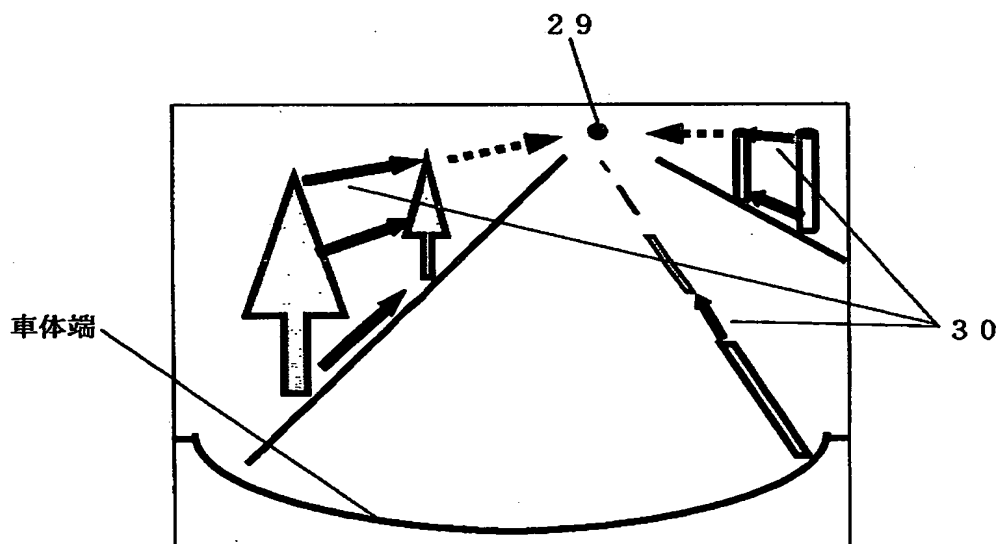
【図 5】



【図6】

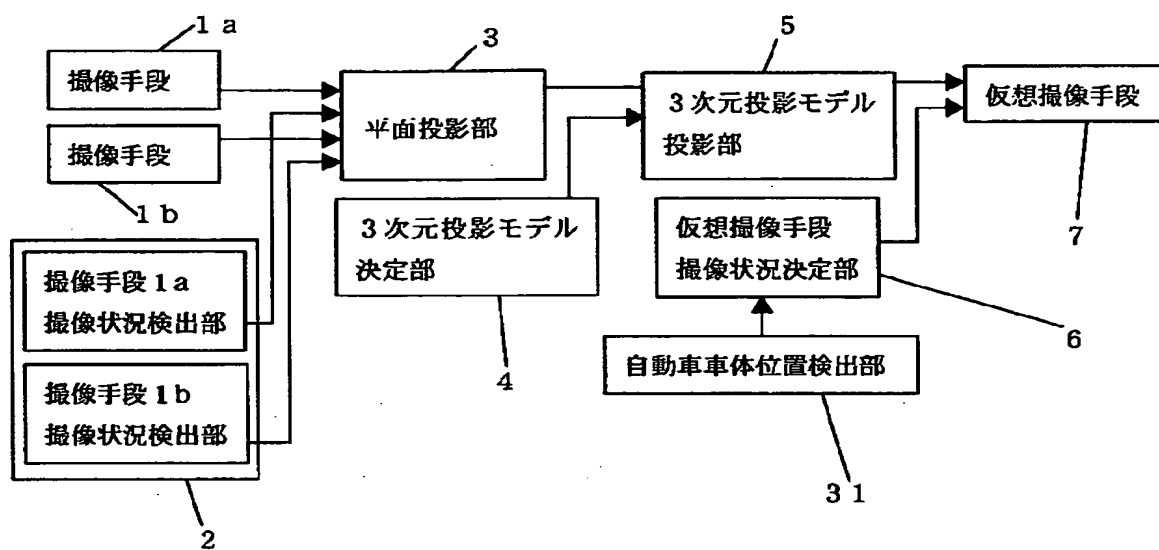


(a)

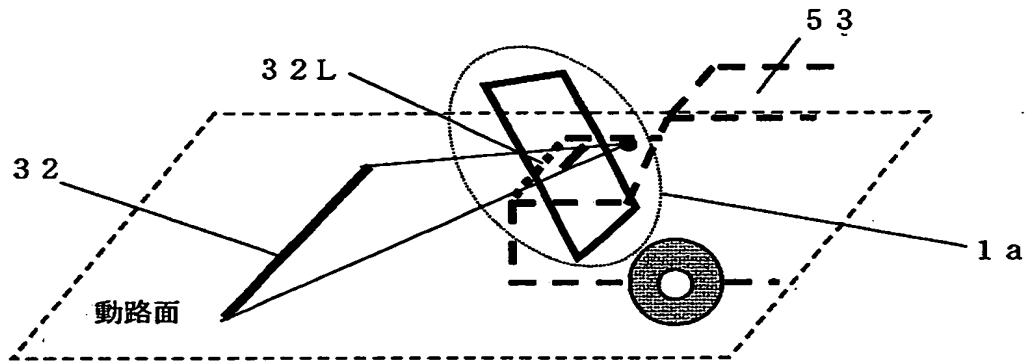


(b)

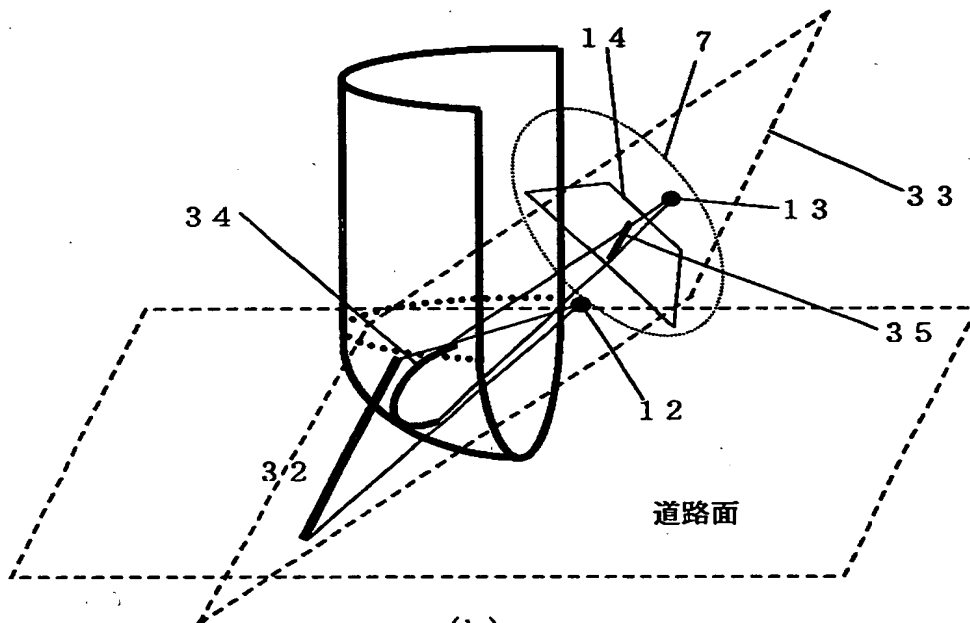
【図 7】



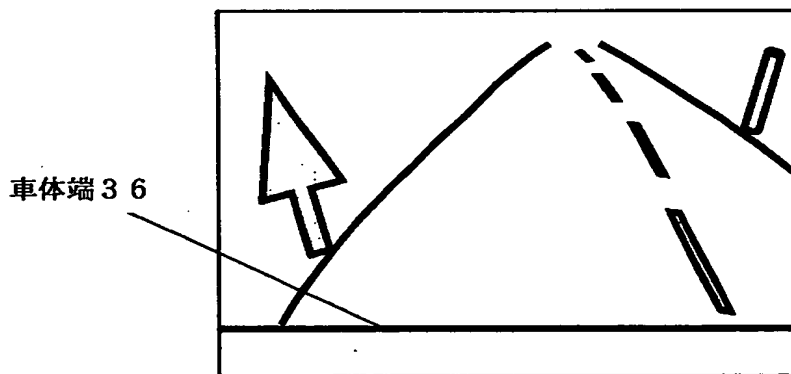
【図 8】



(a)

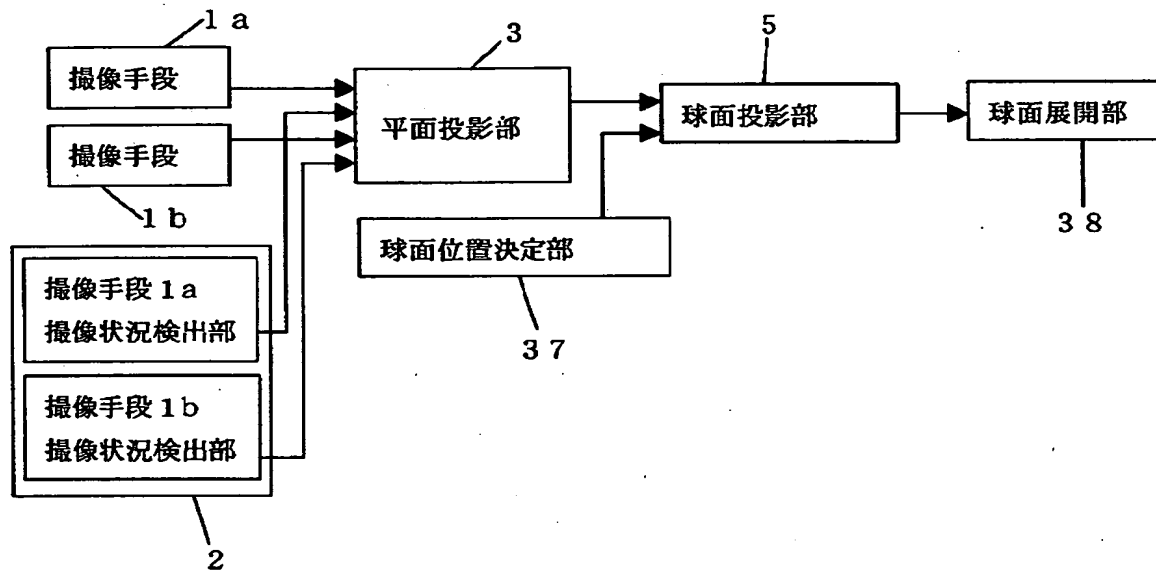


(b)

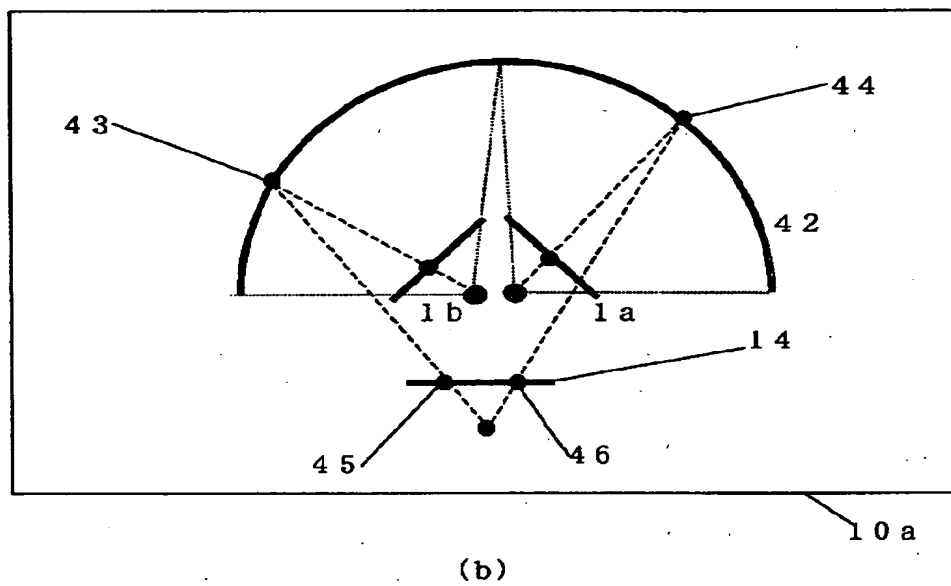
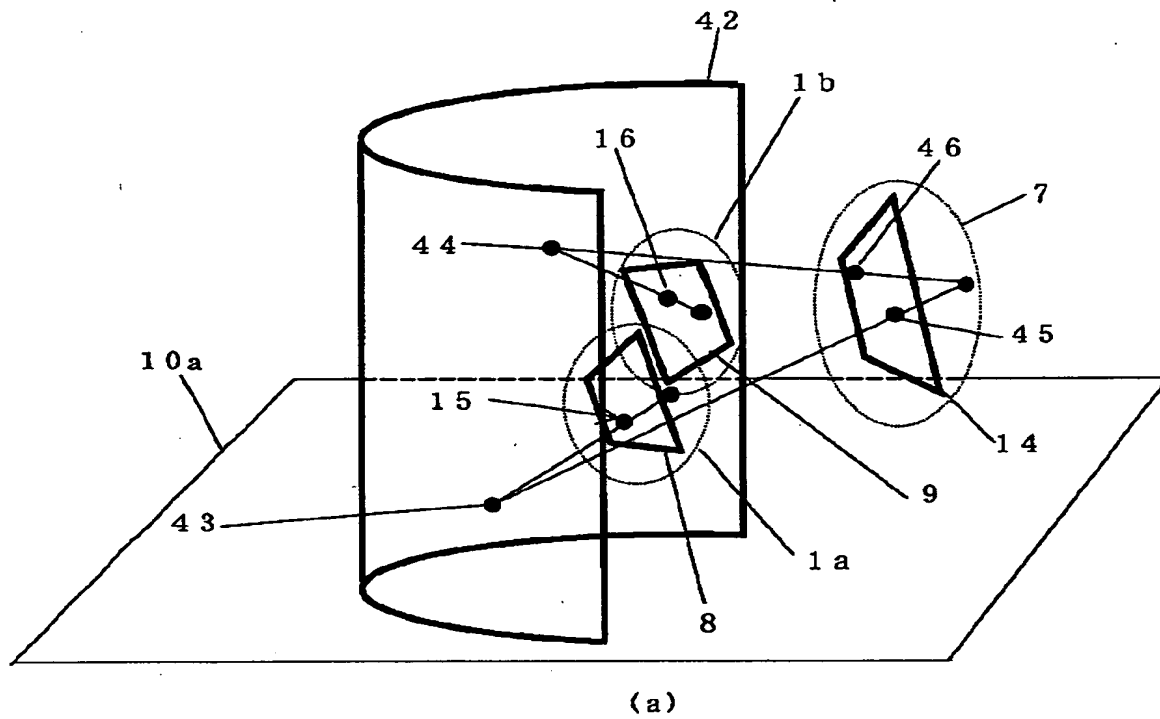


(c)

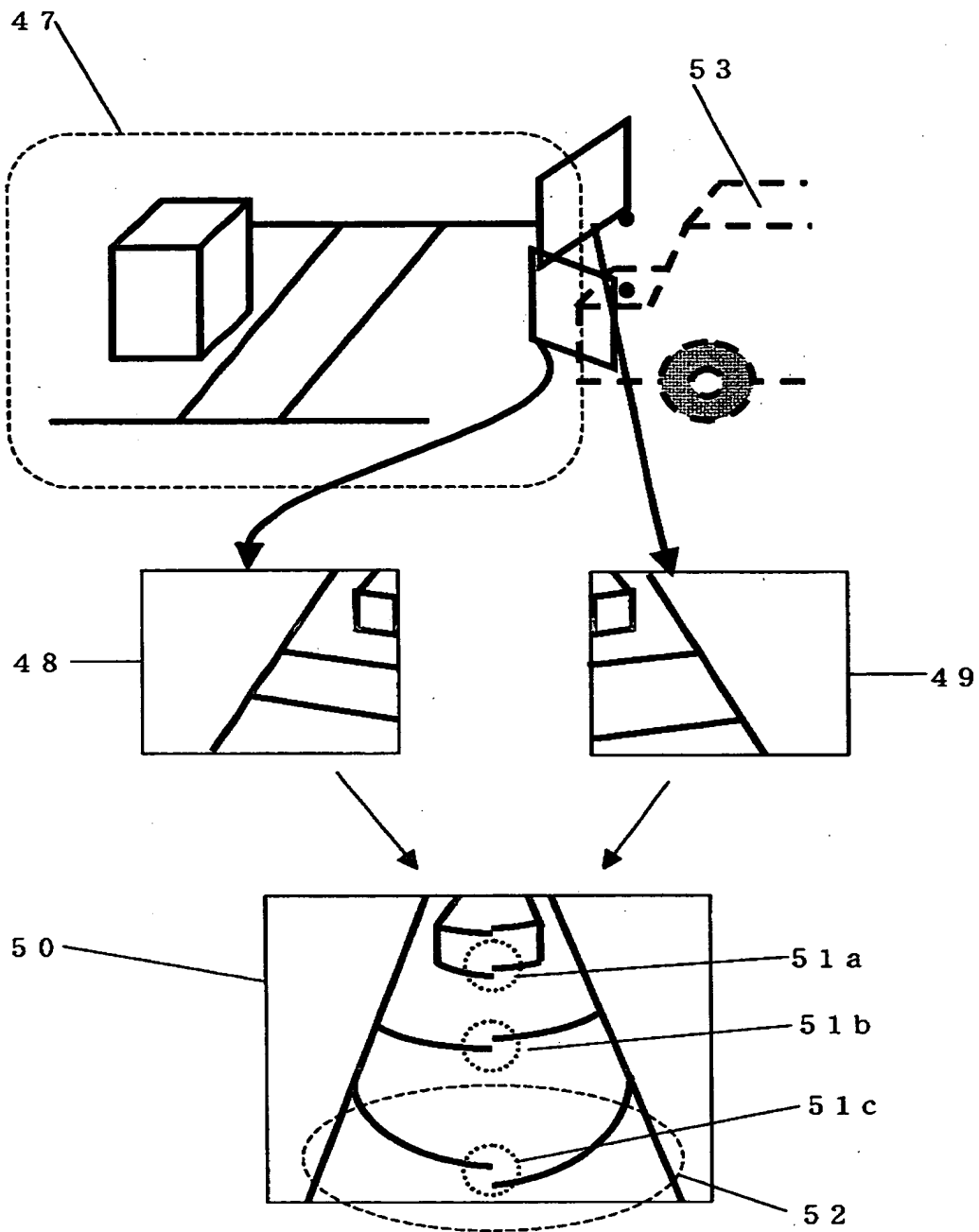
【図9】



【図11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数の異なる視点から撮像された画像を継ぎ目が目立たず、違和感のない自然な一枚の画像に合成することを目的とする。

【解決手段】 複数の異なる位置に置かれた撮像手段 1 a および 1 b を用いて撮像された画像を、一度道路面などの平面投影部 3 に投影してから三次元投影モデル投影部 5 に投影し、仮想撮像手段 7 で合成画像を形成することによって、継ぎ目の目立たない合成画像を得ることが可能になる。また、三次元投影モデルを円筒と球などを組み合わせて構成することにより、合成画像の歪みを軽減させることが可能となる。この結果、道路面上の白線なども、合成画像上では、異なる画像間の継ぎ目で完全に一致し、道路面の状況が運転者にとって理解しやすく、距離感などの感覚が自然で把握しやすい画像を合成することができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名 松下電器産業株式会社